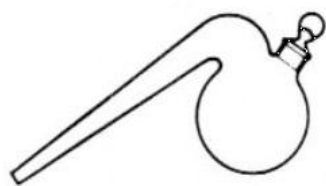


## ARTIGOS DE PESQUISA

REVISTA DEBATES EM ENSINO DE QUÍMICA – ISSN: 2447-6099

**REDEQUIM**

Revista Debates em Ensino de Química

**AVALIAÇÃO DIDÁTICA DOS MATERIAIS  
ALTERNATIVOS NO CONTEÚDO DE GEOMETRIA  
MOLECULAR: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE  
QUÍMICA**

Malena Gomes Martins<sup>1</sup>, Geraldo Fernando Gonçalves de Freitas<sup>1</sup>,  
Pedro Hermano Menezes de Vasconcelos<sup>1</sup>

1. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Fortaleza (IFCE)

**07****RESUMO**

É comum ouvirmos dos alunos as dificuldades em relação a disciplina de Química, e essa dificuldade é ainda maior no conteúdo de Geometria Molecular, pois o aluno precisa dispor de uma visualização de moléculas em três dimensões, da qual eles não estão acostumados. Diante disso a utilização de modelos moleculares se faz importante para facilitar a aprendizagem do aluno. Porém comercialmente modelos moleculares são caros e de difícil acesso. Há ainda opções de se trabalhar com softwares computacionais, mas algumas escolas, principalmente públicas, não possuem internet de qualidade e nem computadores acessíveis a todos. Por isso neste trabalho optou-se por utilizar materiais alternativos onde os alunos pudessem aprender a construir seus próprios modelos moleculares com objetivo de analisar a utilização e o desdobramento para a aprendizagem significativa no conteúdo de Geometria Molecular, permitindo uma visualização facilitada das estruturas em 3D. Foram ministradas duas aulas, uma aula tradicional sem a utilização dos modelos e uma segunda aula onde os alunos aprenderam a construir seus próprios modelos pedagógicos utilizando materiais alternativos. Ao fim de cada aula foi aplicado uma atividade, na primeira aula os alunos resolveram apenas com os conhecimentos obtidos durante a aula expositiva, na segunda aula os alunos resolveram utilizando os modelos moleculares que aprenderam a construir. Com os resultados obtidos, observou-se que aprender a construir seu próprio modelo molecular auxilia na aprendizagem significativa do aluno..

**PALAVRAS-CHAVE:** *Materiais alternativos, Ensino de Química, Geometria molecular.*

Malena Gomes Martins: mestre em Ensino de Ciência e Matemática - IFCE - Campus Fortaleza (2015-2017). Graduada em Licenciatura em Química - IFCE - Campus Quixadá (2011-2015)

Geraldo Fernando Gonçalves de Freitas: graduação em Licenciatura Plena Em Ciências Hab Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1987), mestrado em Química pela Universidade Federal da Paraíba (1992) e doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2002). Atualmente é Professor Titular do ensino técnico, tecnológico e do Programa de Pós-graduação de Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal do Ceará - Reitoria.

Pedro Hermano Menezes de Vasconcelos: professor de Química do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Fortaleza. Doutor em Química Analítica pela Universidade Federal do Ceará (UFC) - 2013. Mestre em Química Inorgânica pela UFC - 2008. Graduado em Licenciatura em Química pela UFC - 2006 e em Bacharelado em Química pela UFC - 2006.





## DIDACTIC ASSESSMENT OF ALTERNATIVE MATERIALS IN MOLECULAR GEOMETRY CONTENT: A PROPOSAL FOR TEACHING CHEMISTRY

### ABSTRACT

It is common to hear from students about the difficulties in chemistry, and this difficulty is even greater in the content of Molecular Geometry, since the student needs to visualize of molecules in three dimensions, of which they are not accustomed. Therefore, the use of molecular models is important to facilitate student learning. However commercially molecular models are expensive and difficult to access. There are still options to work with computer software, but some schools, mainly public, do not have quality internet and no computers accessible to all. Therefore, in this work we chose to use alternative materials where students could learn to construct their own molecular models with the objective of analyzing the use and deployment for meaningful learning in the content of Molecular Geometry, allowing an easy visualization of 3D structures. Two classes were taught, a traditional classroom without the use of the models and a second class where students learned to construct their own pedagogical models using alternative materials. At the end of each class an activity was applied, in the first class the students solved only with the knowledge obtained during the lecture, in the second class the students solved using the molecular models they learned to construct. With the results obtained, it was observed that learning to construct your own molecular model assists in the student's meaningful learning.

**KEYWORDS:** *Alternative materials, Teaching chemistry, Molecular geometry.*



## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho baseia-se na construção de modelos pedagógicos para o ensino de Química a partir de materiais alternativos.

O conteúdo de Química que será abordado será Geometria molecular, que envolve a disposição dos átomos e suas ligações no espaço tridimensional formando figuras geométricas e ângulos específicos para cada ligação. O conteúdo foi escolhido com base nas observações em sala de aula da dificuldade sentida pelos alunos em conseguir visualizar as moléculas e suas ligações no espaço e fundamentado de acordo com as referências bibliográficas encontradas.

Objetiva-se que os alunos aprendam a elaborar seus próprios modelos com os materiais alternativos, com esse método os alunos visualizam em três dimensões (3D) os modelos que representam as moléculas as quais são ilustradas nos livros apenas em duas dimensões, buscando assim facilitar a compreensão do conteúdo estudado.

Os modelos moleculares são confeccionados a partir de material alternativo que facilita a aquisição e com preço acessível comparado aos modelos comercializados no mercado, além de possibilitar que o aluno construa seu próprio conhecimento através da representação real de modelos concretos das moléculas apresentadas durante as aulas.

É fundamental que os alunos possam produzir seu próprio material pedagógico para otimizar a visualização das moléculas em três dimensões, para facilitar o processo de abstração que muitos possuem na disciplina de Química, principalmente no conteúdo de Geometria Molecular.

O custo-benefício desse trabalho é uma ótima opção também para as escolas que não possuem recurso financeiro para a compra de modelos pedagógicos, já que todos os materiais utilizados eram recicláveis e de fácil aquisição, além de bastante acessível a todos, comparando-se com modelos moleculares disponíveis no mercado (FARIAS et. al. 2014).

Por exemplo, em sites de busca e venda o “kit molecular” com 77 (setenta e sete) peças disponíveis têm como preço R\$390,00 (trezentos e noventa reais) com frete não incluso – dados do site de compras 3B *Scientific* – já o modelo

molecular proposto neste trabalho apresenta 60 (sessenta) peças pelo custo de R\$12,00. Pesquisa realizada em 12 de Maio de 2016.

Diversas escolas não possuem Laboratório de Ciências nem de Informática, o que pode ser um empecilho, já outras até possuem laboratórios, mas estes não são equipados como deveriam, há falta de reagentes e vidrarias adequadas, no caso do Laboratório de Ciências. No Laboratório de Informática faltam computadores para todos os alunos (ALMEIDA; LOPES, 2013).

Em algumas cidades do interior não há internet de qualidade, visto que muitos softwares necessitam de internet para funcionar, por isso surge a dificuldade de utilizar softwares no ensino de Geometria Molecular (ALMEIDA; LOPES, 2013). Além da limitação física de alguns softwares precisarem de licença para funcionar e o preço dessa licença pode não ser acessível aos alunos. Assim, a utilização dos modelos obtidos através de materiais de baixo custo ganha ainda mais importância.

Vale ressaltar que os modelos criados neste trabalho não ficam restritos apenas ao uso nas aulas que tratam dos conceitos de Geometria Molecular, os alunos podem fazê-lo em casa, já que todos os materiais são de fácil acesso, podendo também serem aplicados em conteúdos como modelos atômicos nas disciplinas de Química Geral e Química Orgânica, podendo ser abordado de forma transversal para o estudo de isomeria orgânica e também na representação de moléculas orgânica. Este trabalho foi realizado em turmas de nível superior (a escolha dos autores deste trabalho), o que indica que mesmo estando num grau de escolaridade mais elevado, as dúvidas e dificuldades ainda persistem, sendo um indicativo de que alunos do Ensino Médio também podem apresentar dificuldades no que diz respeito ao o conteúdo de Geometria Molecular.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Um dos grandes problemas para o aprendizado de Química consiste na dificuldade, por parte dos estudantes, em compreender os níveis de representação, que podem ser concreto, verbal, simbólico, visual e gestual, onde na Química os modos concretos, visuais e verbais são os mais utilizados durante as aulas (FARIAS et al. 2014).

Outra dificuldade encontrada são os modelos concretos utilizados para exemplificar o ensino das moléculas e fórmulas, sejam elas na abordagem específica do conceito de Geometria Molecular, quer seja em outras disciplinas, como por exemplo, em Química Orgânica. Onde modelos ou kits moleculares são recursos didáticos caros, de difícil acesso tanto para o professor quanto para o aluno.

Outro método comum para demonstrar o arranjo das moléculas no espaço é o uso de softwares educativos onde o aluno pode construir seus modelos por meio do computador e observar como fica a molécula em formato tridimensional (3D) (RAUPP, D. et al. 2010). Mas ainda há nas escolas públicas a dificuldade de se ter laboratórios de informática equipados e com computadores disponíveis para todos os alunos. Há ainda a questão da disponibilidade da internet, já que alguns softwares funcionam apenas na presença da mesma, e nas escolas públicas principalmente nos interior, em muitos casos, não há este recurso, dificultando assim a realização desse tipo de atividade por parte do professor.

Segundo Fialho (2008) a falta de motivação é a principal causa do desinteresse dos alunos, quase sempre acarretada pela metodologia utilizada pelo professor ao repassar os conteúdos.

Logo se o aluno aprende a representar moléculas e fórmulas ele aprende mais facilmente a determinar a posição das ligações, observar se há elétrons livres, determinar as geometrias e seus respectivos ângulos tendo assim uma aula mais dinâmica e atraente, despertando o interesse em estudar Química e aprender de forma significativa do conteúdo ministrado.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) conhecida por teoria da assimilação, proposta por David Paul Ausubel, em 1962, é uma teoria cognitivista a qual procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento que ocorre quando uma nova informação ancora-se em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. (AUSUBEL, 1963).

Quando o aluno se depara com novas informações ele pode decidir apreender esse conteúdo de maneira mecânica, pois ele só conseguirá simplesmente reproduzir esse conteúdo de maneira idêntica àquela que lhe

foi apresentada ou de uma forma mais significativa, onde o aluno lembrará do que foi aprendido mesmo com o passar dos anos (FRANCISCO; QUEIROZ, 2007).

Para que a Aprendizagem Significativa ocorra são essenciais duas condições, a primeira o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, ou seja, deve ser de linguagem clara e de fácil manuseio caso o professor esteja utilizando algum material palpável, e segundo o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender, se o aluno não estiver disposto a aprender mesmo os melhores materiais serão insignificantes e estariam tendo apenas uma aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2012).

Um ponto importante a ser destacado é a metodologia utilizada pelo professor em sala de aula, por vezes isso pode ser apontado como um dos fatores mais importantes, influenciando diretamente no processo de ensino-aprendizagem, onde pode promover interações entre os conhecimentos já existentes e os que ainda estão por vir (DUARTE et al., 2010).

Para superar essas dificuldades, tem-se sugerido uma variedade de estratégias educacionais. Incluindo o uso de modelos físicos (HUDDLE, et. al., 2000).

O processo de ensino-aprendizagem torna-se como uma responsabilidade tanto do professor quanto do estudante, e a relação do aluno com o coletivo e o social leva à modificação da estrutura cognitiva (NOVAK; GOWIN, 1996).

Logo a TAS é uma ótima teoria para se trabalhar no ensino de Geometria Molecular, utilizando-se dos conhecimentos prévios dos alunos em relação as formas geométricas que podem ser observadas em seu cotidiano, como por exemplo a geometria em forma de gangorra que lembra bastante a gangorra de parques infantis.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA**

A pesquisa-ação educacional é uma forma na qual professores e pesquisadores utilizam em suas pesquisas para aprimorar o ensino e consequentemente a aprendizagem de seus alunos (TRIPP, 2005).

É difícil afirmar quem desenvolveu o processo de pesquisa-ação, sendo que vários pesquisadores sempre avaliam suas práticas com o intuito de aperfeiçoá-las e obter assim resultados satisfatórios. Segundo Tripp (2005) muitas vezes, citam que o criador de todo esse processo foi Lewin em 1946 devido suas publicações utilizando o termo, mas em 1913 alemães já o utilizavam em seus textos (TRIPP, 2005 apud ALTRICHTER; GESTETTNER, 1992).

Outra versão é que John Collier utilizou essa metodologia pela primeira vez para melhorar as relações inter-raciais, quando era comissário durante a Segunda Guerra Mundial para assuntos indianos (TRIPP, 2005 apud DESHLER; EWART 1995). Há ainda a suposição que o livro *Research for teachers* (Pesquisa para professores) escrito por Buckingham em 1926 defendia um processo metodológico que poderia facilmente ser reconhecido como uma pesquisa-ação (TRIPP, 2005 apud SELENER 1997).

Dos nomes citados acima o que mais obteve destaque foi o psicólogo alemão Kurt Lewin (1890-1947). Na década de 60 (1960) diversas foram as publicações usando as ideias de Lewin na área de Sociologia, que sugeriam que o pesquisador deveria sair do isolamento e assumir as consequências de suas pesquisas colocando seus resultados em práticas interferindo assim no curso dos acontecimentos, logo essas ideias ganharam crédito e passaram a ser utilizadas além das Ciências Sociais e Psicologia, e passaram a ser amplamente aplicadas nas áreas de ensino. Além da aplicação na área educacional, a pesquisa-ação pode ser utilizada em qualquer ambiente de interação social que se caracterize por um problema, onde pessoas, tarefas e procedimentos estejam envolvidos (ENGEL, 2000).

Então como o próprio nome diz pesquisa-ação é a união da prática e da pesquisa com o intuito de desenvolver o conhecimento e a compreensão pesquisando em situações onde deseja-se melhorar a compreensão da prática realizada (ENGEL, 2000).

Existem algumas principais características da pesquisa-ação:

- O processo dessa pesquisa deve integrar todos os participantes excluindo a separação entre sujeito e objeto (KRAPP et. al. 1982);



- Os resultados da pesquisa-ação são úteis para que os envolvidos possam aprender e modificá-los a fim do pesquisador verificar se os procedimentos utilizados são eficazes ou não (KETELE; ROEGIERS, 1993);
- A pesquisa-ação tem por objeto de pesquisa as ações humanas em situações que o professor classifica como inaceitáveis a partir de alguns aspectos que são suscetíveis de mudança e que exigem uma resposta prática. Já a problemática é uma interpretação a partir do ponto de vista das pessoas envolvidas, baseando-se sobre as representações que professores, alunos, diretores etc. têm da situação (ENGEL, 2000);
- A pesquisa-ação é situacional, ou seja, diagnostica um problema específico em uma dada situação com o intuito de obter resultados relevantes, não havendo, portanto interesse em se obter enunciados científicos, mas como o público alvo são pessoas é possível que diferentes estudos sobre o mesmo conteúdo possa gerar resultados semelhantes (COHEN; MANION, 1994);
- A pesquisa-ação é auto-avaliativa, ou seja, a partir dos resultados obtidos o pesquisador poderá através de feedback realizar mudanças de direção e redefinição se necessário beneficiando assim o próprio processo e podendo beneficiar situações futuras (ENGEL, 2000);
- A pesquisa-ação é cíclica onde as fases finais podem ser usadas para aprimorar os resultados das fases anteriores (HOPKINS, 1993).

Esse ciclo na pesquisa-ação pode ser observado na Figura 06, onde caso os resultados não sejam satisfatórios há a possibilidade de retornar a implementação da metodologia e assim ir aperfeiçoando até obter resultados satisfatórios a sua pesquisa.

A seguir, a partir de cada etapa do caráter cíclico da pesquisa-ação será detalhada segundo a bibliografia utilizada e em seguida será exemplificada, mostrando as etapas realizadas durante essa pesquisa até a obtenção dos dados.



Figura 01: Caráter cíclico da Pesquisa-ação



Fonte: (COSTA *et. al.*, 2014 ) Adaptado de McKay e Marshall (2001).

A primeira etapa é a identificação do problema, entende-se por problema a concepção do pesquisador de algo que o intriga e pode ser melhorado em sala de aula, após a identificação de um conjunto de situações problemáticas que podem ser úteis como um objeto de pesquisa, essas situações devem ser analisadas para verificar sua relevância (ENGEL, 2000).

A segunda etapa é o reconhecimento, no qual este pode ser feito tanto a partir de revisões da literatura ou a partir de fatos observados em sala de aula.

A revisão bibliográfica da literatura deve ser feita relacionada à situação problemática para que o pesquisador possa aprender com pesquisas semelhantes realizadas anteriormente.

A observação em sala de aula é feita com o intuito de entender o que realmente está ocorrendo em sala de aula com relação à situação problemática (ENGEL, 2000).

Nessa pesquisa a revisão bibliográfica mostra a dificuldade e algumas causas de porque os alunos sentem dificuldade na visualização de fórmulas químicas 3D, o que pode ser desde uma associação as dificuldades relacionadas a

uma área específica do conhecimento, até a metodologia utilizada pelo professor em sala de aula, que por vezes não é muito atraente.

A terceira etapa é o planejamento de atividades para solucionar o problema, onde metodologias são buscadas pelo professor afim de melhorar a aprendizagem de seus alunos.

A partir das informações coletadas na pesquisa bibliográfica o pesquisador passa então a formular uma ou mais hipóteses para serem testadas a fim de resolver ou minimizar a problemática encontrada, e buscar formas de identificar qual será o melhor meio de resolver essa problemática, dando início assim a implementação das atividades (ENGEL, 2000).

A quarta etapa do ciclo é a implementação do planejamento de atividades, nessa etapa o plano anterior é posto em prática, o pesquisador irá implementar seu plano de atividades com o intuito de resolver ou minimizar a problemática.

A quinta etapa consiste no monitoramento em termos de eficácia da solução do problema, que consiste na coleta de dados por parte do professor pesquisador a fim de ter subsídios para que possa ser realizada uma medição do nível de dificuldade dos alunos e averiguar se a implementação de suas hipóteses foram válidas (ENGEL, 2000).

A sexta etapa é a avaliação dos dados que foram coletados, na qual o professor de posse dos dados levantados na fase anterior analisa-os e interpreta-os, para deles tirar suas conclusões, verificando se o plano surtiu efeito. Caso os resultados não sejam satisfatórios, ele pode seguir para uma sétima etapa na qual eventualmente precisa ser aperfeiçoado em um novo ciclo de pesquisa, mas caso os dados obtidos sejam relevantes para a sua pesquisa, o professor pode seguir direto para uma oitava etapa sem passar pela sétima, que é sair e catalogar os dados obtidos obtendo assim uma conclusão de seu trabalho (ENGEL, 2000).

### **3.2 METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, com o intuito de comparar a eficiência do modelo molecular proposto, confeccionado a partir de materiais alternativos visando uma aprendizagem significativa no conteúdo de Geometria Molecular.

As turmas as quais as aulas foram aplicadas no IFCE pertencem ao Curso Tecnológico em Gestão Ambiental e ao Curso de Tecnologia e Processos Químicos. Em ambas as turmas as aulas estavam inseridas na disciplina de Química Geral I do primeiro semestre dos referidos cursos. Participaram das aulas um total de 30 (trinta) alunos, 8 (oito) alunos na turma do Curso Tecnológico em Gestão Ambiental e 22 (vinte e dois) alunos na turma do Curso de Tecnologia e Processos Químicos. As aulas foram ministradas no mesmo dia, mas em horários diferentes para cada turma. A metodologia utilizada na pesquisa foi a Pesquisa-ação.

Após observações em sala de aula foi possível listar as principais dificuldades dos alunos no conteúdo de Geometria Molecular que podem ser: a visualização das fórmulas químicas 3D, a definição do átomo central, definir os ângulos de ligações e se a fórmula terá ou não elétrons livres influenciando assim na sua geometria molecular.

Nessa pesquisa o planejamento de atividades ocorreu da seguinte forma:-a) São ministradas duas aulas, a primeira é uma aula sem a utilização dos modelos estruturais confeccionados com materiais alternativos, apenas uma aula no “estilo tradicional” utilizando apenas quadro e pincel para ministrar a aula sobre o conteúdo de Geometria Molecular; e b) Em seguida uma pequena atividade foi proposta para que os estudantes resolvessem a partir dos conhecimentos obtidos durante a aula ministrada e sem auxílio de nenhuma fonte de pesquisa.

Antes da segunda aula foram preparados os modelos que seriam utilizados na confecção das estruturas químicas, foram adquiridas bolinhas de isopor de dois tamanhos diferentes, as maiores (100mm) foram usadas para serem o átomo central e as menores (75mm) os átomos ligantes.

Foram utilizados também palitos de dente representando as ligações entre os átomos e alfinetes que representavam os elétrons livres ou balões que poderiam representar as nuvens eletrônicas, ficava ao critério do aluno escolher os alfinetes ou os balões.

Na semana seguinte foi ministrada uma segunda aula, agora utilizando os modelos moleculares confeccionados com materiais alternativos (palitos de dente, bolinhas de isopor, balões de borracha e alfinetes), nessa aula foi usado recursos de mídia Power point e Datashow apenas para mostrar as

moléculas a fim de evitar-se a perda de tempo da aula desenhando as moléculas na lousa, foram mostrados desenhos (em apenas duas dimensões como é mostrado em livros) para que os alunos pudessem vê-los e tentar representar com o auxílio dos modelos moleculares as moléculas em três dimensões.

Além dos alunos aprenderem a construir seus próprios modelos estruturais utilizando os materiais citados anteriormente com ajuda do professor.

Analogamente ao procedimento didático aplicado na aula anterior foi proposta a mesma lista de exercícios dos quais os alunos resolveram sem auxílio de fontes de pesquisa, apenas utilizando os modelos que eles aprenderam a confeccionar durante a aula.

Os dados dessa pesquisa foram coletados a partir das resoluções dos exercícios propostos, nos quais são comparadas as respostas dos exercícios sem a utilização dos modelos pedagógicos e as respostas dos exercícios nos quais os alunos utilizam os modelos estruturais que aprenderam a construir durante a segunda aula ministrada.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim de cada aula foi aplicada uma atividade proposta que pedia para os alunos determinarem as geometrias de algumas fórmulas, na primeira aula eles teriam que determinar com base no conteúdo ministrado e sem nenhuma fonte de pesquisa ou auxílio, na segunda aula eles estariam utilizando os modelos moleculares confeccionados com materiais alternativos para auxiliarem na resolução. A quantidade de acertos dos 30 alunos pode ser verificada no Quadro 01.

**Quadro 01: Quantidade de acertos da atividade proposta**

Atividade Proposta		
Itens	Acertos da Primeira Aula	Acertos da Segunda Aula
$\text{BeCl}_2$	30	30
$\text{SO}_2$	10	20
$\text{BF}_3$	20	28
$\text{H}_2\text{O}$	30	30
$\text{CF}_4$	15	27

Total	105	135
-------	-----	-----

**Fonte: Própria**

Comparando-se os resultados obtidos na resolução das questões da primeira aula sem nenhum auxílio com as resoluções da segunda aula com o auxílio dos modelos moleculares é possível observar uma melhora no número de acertos das questões propostas.

Enquanto na primeira aula 70% dos alunos obtiveram acertos, na segunda aula 90% dos alunos acertaram as geometrias propostas na atividade.

A seguir são mostradas algumas imagens registradas durante as aulas ministradas.

**Figura 02-04: Estudantes manuseando modelos**



**Fonte: Própria**

A Figura 02 mostra os alunos respondendo a primeira atividade proposta na primeira aula, onde as moléculas foram mostradas apenas no quadro e não houve uso do modelo molecular.

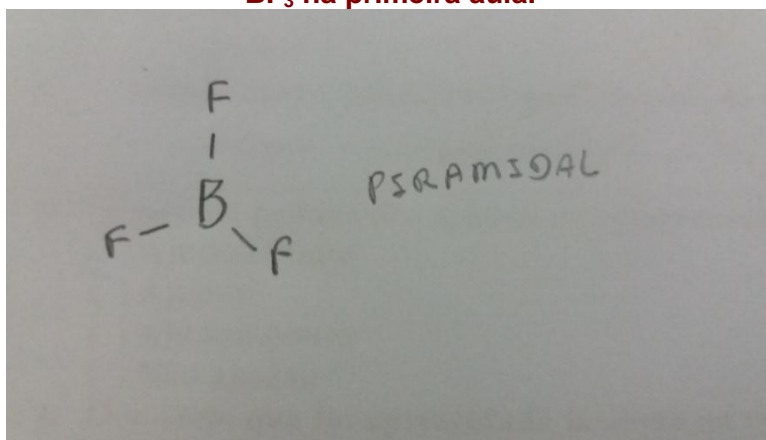
A seguir na Figura 03 mostra dois alunos aprendendo a construir os modelos moleculares já na segunda aula.

Na figura 04 observa-se uma aluna segurando uma estrutura que ela construiu usando os materiais alternativos (bolinhas de isopor, palitos de dente e alfinetes) para a construção dos modelos moleculares propostos.

A Figura 05 mostra os alunos respondendo a segunda atividade proposta durante a segunda aula ministrada já com o uso dos materiais alternativos para que eles pudessem utilizá-los na confecção das estruturas.

Veja algumas figuras das resoluções dos alunos nas atividades propostas:

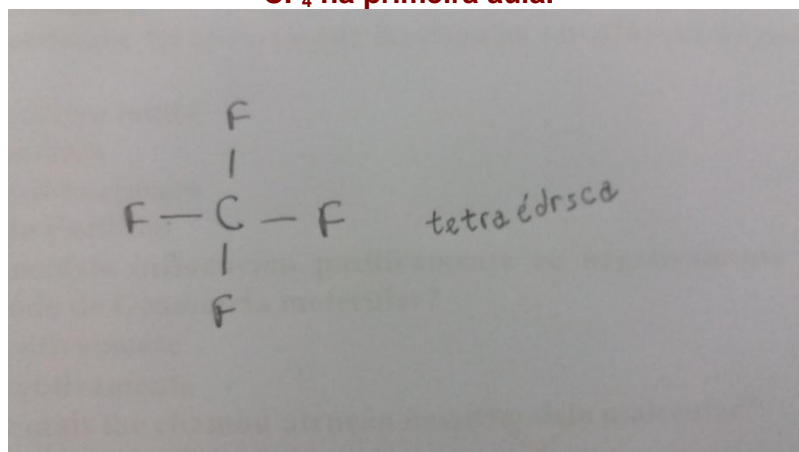
**Figura 06: Transcrição da resolução de um estudante da molécula de  $\text{BF}_3$  na primeira aula.**



**Fonte: Própria**

Percebe-se que o aluno desenhou a molécula corretamente, mas na descrição da geometria houve um erro, pois a geometria é trigonal plana e não piramidal já que ela não possui elétrons livres. É possível observar que o aluno compreendeu como desenhar a geometria, as ligações, compreende também as diferenças entre átomos ligantes e átomo central, mas ainda sente dificuldade de realizar a nomenclatura, confundindo os nomes da geometria.

**Figura 07: Transcrição da resolução de um estudante da molécula de  $\text{CF}_4$  na primeira aula.**

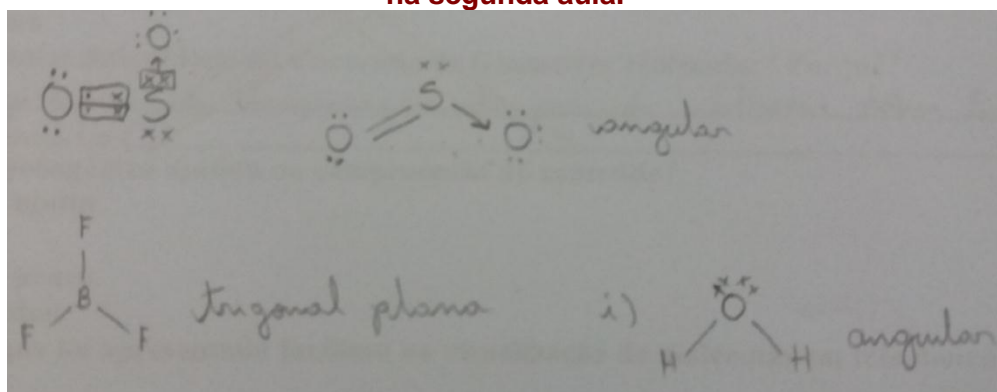


**Fonte: Própria**

Nesta resolução o aluno nomeou a geometria da molécula corretamente, mas a desenhou sem representar as ligações em 3D, representando como se a molécula fosse plana e com distâncias iguais entre as ligações. O aluno compreende que átomos que realizam quatro ligações e não possuem elétrons livres formam a geometria tetraédrica, mas sente dificuldade de visualizá-la em três dimensões.

Na Figura 08 pode ser observado um acerto tanto na representação em desenhos como na descrição da Geometria Molecular de cada composto.

**Figura 08: Transcrição de um estudante correta de algumas moléculas na segunda aula.**



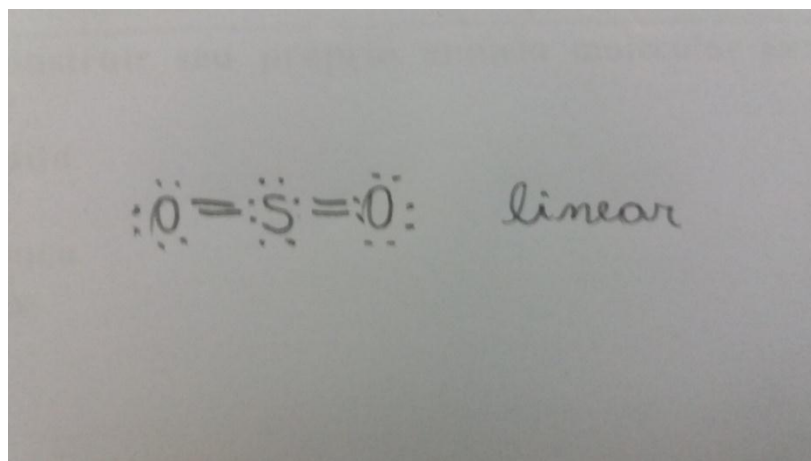
**Fonte: Própria**

No geral a molécula que mais houve erros foi a molécula  $\text{SO}_2$ , talvez porque os alunos ainda sentem dificuldade na TRPECV e sobre como os elétrons influenciam nas repulsões das ligações, por isso tenha havido tantos erros em relação a essa molécula.



Os erros mais recorrentes dos alunos foram os desenhos e as classificações dos alunos como uma molécula linear, como mostra a Figura 09.

**Figura 09: Transcrição da resolução de um estudante da molécula de SO<sub>2</sub> na primeira aula**



**Fonte: Própria**

Visto que o número de respostas corretas melhorou na segunda aula com a utilização dos modelos moleculares construídos com materiais alternativos em relação à primeira aula que não houve nenhuma ajuda de pesquisa ou utilização de modelos moleculares, pode-se observar que a aprendizagem dos alunos melhorou significativamente com a utilização de modelos pedagógicos que auxiliam na visualização tridimensional das moléculas no conteúdo de Geometria Molecular na disciplina de Química.

Também é preciso observar que os alunos assistiram uma segunda aula sobre o mesmo assunto, mesmo que essa aula tenha uma metodologia diferente da primeira, algumas dúvidas podem ter sido sanadas.

Há também o fato de que os alunos resolveram o mesmo exercício nas duas aulas e a memória pode ter ajudado em relação aos acertos, mas com a utilização dos modelos pode-se observar que algumas respostas erradas se repetiram como o caso da molécula de SO<sub>2</sub> na qual na primeira aula apenas dez alunos de um total de 30 acertaram e na segunda aula o número de acertos aumentou para 20, mas 10 alunos continuaram a repetir os erros da primeira aula (Ver Quadro 01).

Outras respostas também divergiram em relação a primeira aula como no caso da molécula CF<sub>4</sub> que apenas 15 alunos responderam corretamente e

durante a segunda aula esse número de acertos subiu para 27, comprovando que a dificuldade dos alunos era em conseguir observar a molécula em 3D e que com o auxílio dos modelos estruturais essa dificuldade foi praticamente sanada em todos os alunos, visto que apenas 3 erraram durante a segunda atividade (Ver Quadro 01).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados analisados indicam que os alunos sentem dificuldade em Geometria Molecular e que boa parte dessa dificuldade é atrelada ao fato da dificuldade sentida em visualizar as moléculas em três dimensões que são mostradas nos livros.

Foi escolhida a utilização dos modelos moleculares por permitir uma maior liberdade ao aluno de construir seu próprio conhecimento sem nenhum empecilho como o caso de falta de computadores na escola, internet de baixa qualidade ou licença para aquisição do software caso ele não fosse livre.

O uso do modelo molecular na segunda aula facilitou o entendimento do conteúdo proporcionando uma melhor visualização das moléculas em 3D, influenciando positivamente na aprendizagem do conteúdo de Geometria Molecular.

Os resultados obtidos indicam ainda que o aluno aprender a construir seu próprio modelo molecular auxilia na aprendizagem do aluno, onde assim ele estaria construindo seu próprio instrumento de estudo e conhecimento, como o material é de baixo custo os dados apontam que isso ajuda muito na relação custo – benefício do modelo proposto, visto que a utilização dele não se restringe apenas ao uso no conteúdo de Geometria Molecular, mas também em outras áreas da Química.

Em relação à análise das resoluções das atividades propostas pode-se concluir que a aprendizagem dos alunos foi satisfatória visto que o número de acertos na segunda aula em que os alunos utilizavam os modelos moleculares construídos com materiais alternativos foram maiores do que na primeira aula onde não houve a utilização de modelos moleculares e a aula foi ministrada apenas com uma metodologia tradicional.

Portanto pode-se dizer com base nos dados que os alunos obtiveram uma aprendizagem significativa do conteúdo de Geometria Molecular, devido a

uma metodologia que permite que o aluno construa seu próprio conhecimento, aproximando-o assim da sua realidade e permitindo uma melhor compreensão do que lhe é ensinado.

Cabe então aos educadores procurarem formas de tornar o ensino atraente e despertar o interesse dos alunos por essa disciplina que encanta e fascina.

## **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, A. L. LOPES, N. I. INFORMÁTICA NAS ESCOLAS. 2013. Disponível em:<<http://catolicadeanapolis.edu.br/revmagistro/wp-content/uploads/2013/05/3-INFORM%C3%81TICA-NAS-ESCOLAS.pdf>>. Acesso em 17 de jun. 2016.

AUSUBEL, D. P. The psychology of meaningful verbal learning. New York: Grune & Stratton, 1963.

COHEN, L.; MANION, L. Research methods in education. 4. ed. New York: Routledge, 1994.

COSTA, et al. Exemplo de aplicação do método de Pesquisa-ação para a solução de um problema de sistema de informação em uma empresa produtora de cana-de-açúcar. Gest. Prod., São Carlos, v. 21, n. 4, p. 895-905, 2014. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2014000400017](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2014000400017)>. acesso em fev. 2017

DUARTE, R. S. A. et. al. O Ensino de Química: as dificuldades de aprendizagem dos estudantes da rede estadual do município de Maracanaú-Ce. In: Simpósio Brasileiro de Educação Química, 10, 29-31 jul. 2010. Natal, RN. Anais eletrônicos... Disponível em: < <http://www.abq.org.br/simpequi/2010/trabalhos/102-7700.htm> >. Acesso em: 04 dez. 2015.

ENGEL, G.I. Pesquisa Ação. Educar. Curitiba, n. 16, p. 181-191. 2000. Editora da UFPR.

FARIAS, F. M. C. et. al. Construção de um Modelo Molecular: Uma Abordagem Interdisciplinar Química-Matemática no Ensino Médio. 2014. Disponível em:<<http://rvq.s bq.org.br/index.php/rvq/article/download/888/498> >. Acesso em jan. 2016.

FIALHO, N. N. Os Jogos Pedagógicos como Ferramentas de Ensino. 2008. Disponível em:<[http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/293\\_114.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/293_114.pdf)>. Acesso em dez. 2015.

FRANCISCO, C. A. QUEIROZ, S. L. Aprendizagem Significativa e Ensino de Química: uma Análise a partir de Eventos da Área de Educação em Química no Brasil. 2007. Disponível em:< <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p86.pdf>>. Acesso em fev. 2017.

HOPKINS, D. A teachers guide to classroom research. Buckingham: OUP, 1993.

HUDDLE, P. A. WHITE, M. D. ROGERS, F. Using Teacher Model to Correct know Misconception in Electrochemistry. Journal of Chemical Education, 77, 104 – 110. 2000.

KETELE, J.; ROEGIERS, X. Méthologie du recueil d'informations: fondements de méthodes d'observation de questionnaires, d'interviews et d'étude de documents. 2. ed. Bruxelles: De Boeck Universisté, 1993.

KRAPP, A. et. al. Forschungs-Wörterbuch. Grundbegriffe. Lektüre wissenschaftlichertexte. München: Urban & Schwarzenberg, 1982.

MOREIRA, M. A. O que é a final aprendizagem significativa? Qurrriculum, La Laguna, v. 25, p. 29-56, 2012.

NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. Aprender a aprender. Lisboa. Plátano Edições Técnicas. Tradução ao português, de Carla Valadares, do original Learning how to learn. 212p. 1996.

RAUPP, D. et. al. Uso de Um Software de Construção de Modelos Moleculares no Ensino de Isomeria Geométrica: Um Estudo de Caso Baseado na Teoria de Mediação Cognitiva. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 9 Nº 1 18-34. 2010. Disponível em:< [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART2\\_VOL9\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART2_VOL9_N1.pdf)>. Acesso em 16 de mai. 2016.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. Universidade de Murdoch. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005. Disponível em:<

<http://pesquisaemeducacaoufrgs.pbworks.com/w/file/etch/81004715/pesquisa%20a%C3%A7%C3%A3o%20metodologia.pdf>>. Acesso em abr. 2017.

.